

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES


Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

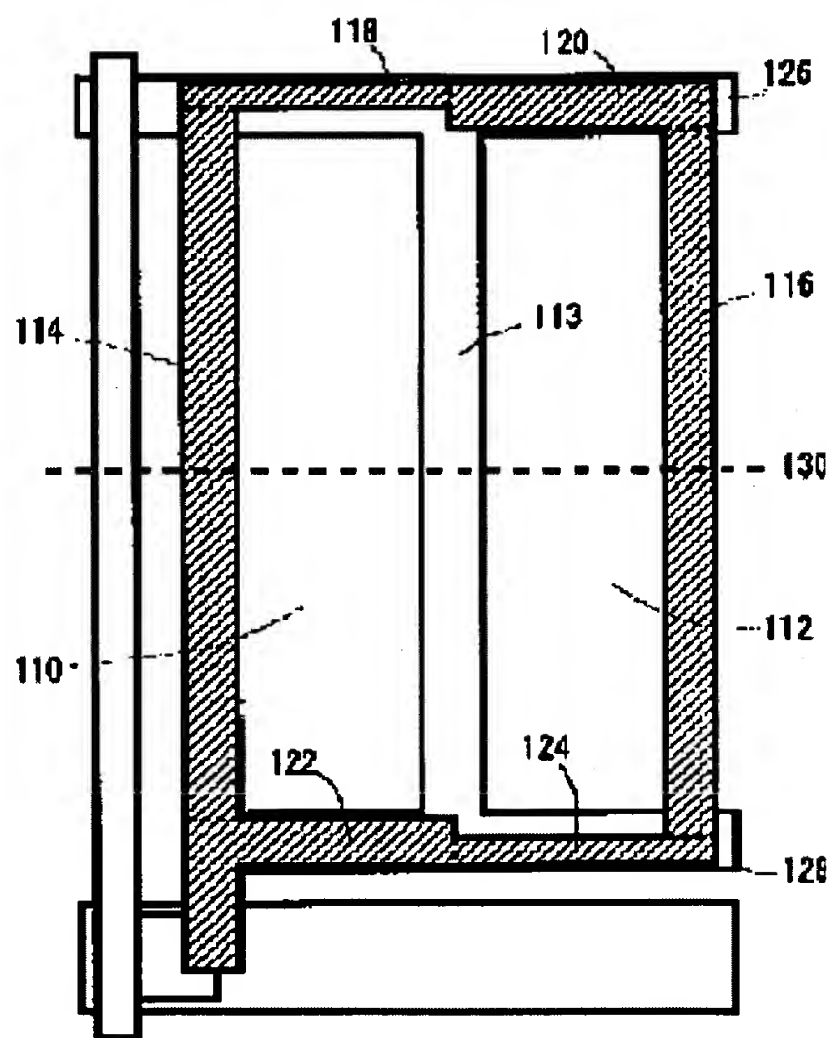
IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**Patent number:** JP2000019558**Publication date:** 2000-01-21**Inventor:** SHIMIZU EIJU; KUSAFUKA KAORU; KIMURA SHINICHI**Applicant:** INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM>**Classification:****- International:** G02F1/136; G02F1/1343**- european:****Application number:** JP19980176076 19980623**Priority number(s):****Also published as:** US6317182 (B)**Abstract of JP2000019558**

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the generation of after-images by suppressing reverse twisting and to make a response speed better and an aperture ratio higher with a TFT drive liquid crystal display device having an IPS structure.

SOLUTION: The electrodes on the upper side and the electrodes on the lower side of the auxiliary capacitors of the electrode structure of the IPS mode, in which the switching electrodes of the one pole and the switching electrodes of the other pole are arranged in parallel and the auxiliary capacitors are arranged non-parallel with the switching elements, are formed to different shapes. More particularly the auxiliary capacitors in proximity to the regions where reverse the twisting occurs is desirably formed to the shapes obtd. by cutting off the portions of the upper electrode in contact with the light transparent regions 110, 112.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-19558
(P2000-19558A)

(43)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 F 1/136	5 0 0	G 0 2 F 1/136	2 H 0 9 2
1/1343		1/1343	

審査請求 有 請求項の数9 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-176076

(22)出願日 平成10年6月23日(1998.6.23)

(71)出願人 390009531
インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション
INTERNATIONAL BUSIN
ESS MASCHINES CORPO
RATION
アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)
(72)発明者 清水 栄寿
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ピー・エム株式会社 大和事業所内
(74)代理人 100086243
弁理士 坂口 博 (外1名)

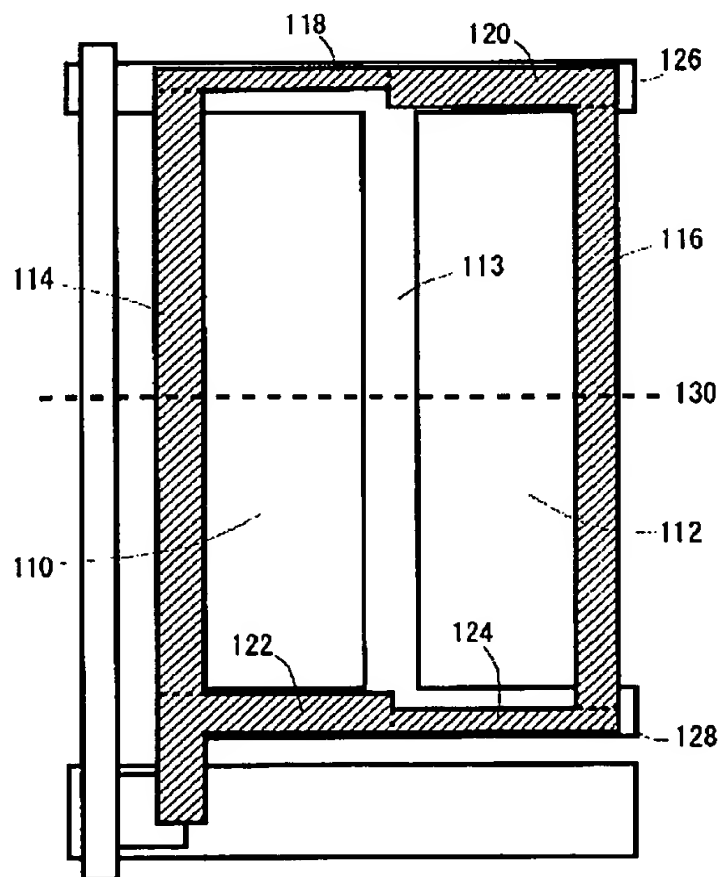
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 IPS構造のTFT駆動液晶表示装置において、リバースツイストを抑えて残像の発生を防止し、その結果、応答速度の改善および開口率の向上を図ることを目的とする。

【解決手段】 一方の極のスイッチング電極と他方の極のスイッチング電極が平行に配置し、かつ補助容量がスイッチング電極に対して非平行に配置するIPSモードの電極構造において、補助容量の上側の電極と下側の電極を異なる形状とする。特に、リバースツイストを生じる領域に近接する補助容量において、上側電極の光透過領域に接する部分を切り落とした形状とすることが望ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板と、

少なくとも1以上の第1スイッチング電極、前記第1スイッチング電極に対して平行に配置された少なくとも1以上の第2スイッチング電極、および補助容量が前記の一対の基板のうちの一方の基板上に各画素に対応して設けられた画素電極と、

前記第1スイッチング電極および前記第2スイッチング電極によって画定された少なくとも1以上の光透過領域と、

一対の基板の間に挟持された、基板の面内方向に配向する液晶分子からなる液晶層と、からなる液晶表示装置であって、

前記補助容量が、前記第1スイッチング電極に対して非平行に接合された第1補助容量電極、前記第1補助容量電極の上に設けられた絶縁層、前記絶縁層の上に前記第2スイッチング電極に対して非平行に接合された第2補助容量電極からなり、

前記第1補助容量電極と前記第2補助容量電極が、前記光透過領域に隣接する領域において、異なる大きさを有する液晶表示装置。

【請求項2】 前記第1補助容量電極が、前記第1スイッチング電極に対して略垂直に接合されていることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記液晶分子は、前記第1スイッチング電極と前記第2スイッチング電極との間で発生する電界により所定の面内回転方向に回転し、かつ、前記第1スイッチング電極と前記第2補助容量電極との間で発生する電界により前記面内回転方向とは逆方向に回転し、前記第2補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記第1補助容量電極の形状よりも小さいことを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 さらに追加補助容量が設けられていることを特徴とする、請求項3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記追加補助容量が、前記第1スイッチング電極に対して略垂直に接合されている第1追加補助容量電極、前記第2スイッチング電極に対して略垂直に接合されている第2追加補助容量電極、および絶縁層からなり、前記第2追加補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記第1追加補助容量電極の形状よりも大きいことを特徴とする、請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記第1スイッチング電極がN個（ただし、Nは2以上の整数）で前記第2スイッチング電極が（N-1）個、または、前記第1スイッチング電極が（N-1）個で前記第2スイッチング電極がN個あり、前記第1スイッチング電極と前記第2スイッチング電極は交互に配置され、前記光透過領域が（2N-2）個あることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項7】 相接する2つの光透過領域の前記第2補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記の相接する2つの光透過領域の境界を画する前記第1スイッチング電極または前記第2スイッチング電極を中心軸として非線対称であることを特徴とする、請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項8】 相接する2つの光透過領域の前記第2補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記の相接する2つの光透過領域の境界を画する前記第1スイッチング電極または前記第2スイッチング電極の中心点に関して点対称であることを特徴とする、請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記第2補助容量電極が、前記第2補助容量電極に隣接する前記光透過領域の辺の長さの0%以上50%以下の範囲で前記光透過領域の辺に接していることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、いわゆるIPS（In Plane Switching）構造のアクティブマトリクス型液晶表示装置の電極形状の改良にかかわり、詳しくは、リバーツイストを抑えることで、残像や応答速度を改善し、開口率を向上させる配線構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶材料を用いる表示装置としては、従来よりネマチック液晶をツイスト配列させた液晶層を用い、電界を基板に対して垂直な方向にかける方式が広く用いられている。この方式においては、通常、液晶層の上下に偏光軸が直交するように2枚の偏光板を配置し、電界印加時には液晶分子が垂直方向に配向するため画像表示として黒が得られる。ところが、電界印加時に液晶分子が垂直に配向する場合に液晶層を斜めに透過する光は、液晶分子により複屈折を生じ偏光方向が回転してしまうので、表示装置を斜めから見た場合には完全な黒表示が得られず、コントラストが低下し、良好な画像表示を観察することのできる視野角が狭いという問題を生じていた。

【0003】 かかる問題を解決するため、近年液晶に印加する電界の方向を基板に対して平行な方向とする、IPSモードによる液晶表示装置が提案されている。IPSモードの場合、液晶分子は主に基板に対して平行な面内で回転するので、斜めから見た場合の電界印加時と非印加時における複屈折率の度合の相違が小さく、従って、視野角が広がることが知られている。

【0004】 横電界で液晶分子を動かすIPSモードでは、櫛歯電極対をスイッチング電極として用いる方法が提案されている（特公昭63-21907号公報等）。また、図1のように、電極構造を簡素化して開口率の低下を防止するため、各画素が有する光透過領域の一対の

対辺がスイッチング電極となっている構造において（さらに、図3、図4のように光透過領域がスイッチング電極によって1画素が複数の光透過領域に分割されているもよい）、光透過領域の残りの一対の対辺に2つの補助容量電極を設けてその電極間に絶縁体を挟みこんだ形の補助容量を設けることも提案されている（Flat Panel Display '96、158頁）。このようにスイッチング電極と補助容量電極を一体化し、光透過領域の一対の対辺にはスイッチング電極を配置し、他の一対の対辺には補助容量電極を配置することは、電極構造を簡素化し、開口率を向上させるというメリットを有する。電極構造を簡素化することは、次の2つの理由からIPSにおいては極めて重要な問題である。第一に、従来から用いられているツイステッド・ネマチック配向の画像領域においては、たとえば透明電極を基板の両側に用いていることから電荷保持容量には多少の余裕があったのに対して、IPSモードにおいては電極領域の面積が極めて狭いことから、電極構造を簡素化して補助容量のスペースを確保することが必要である。第二に、IPSではスイッチング電極の真上では電界方向が安定せず画像が劣化することから、スイッチング電極の材料として透明電極ではなく不透明な電極を用いることが多くなり、したがって電極構造が複雑であると開口率が低下してしまう。このような電極構造をとるメリットとしては、電極構造の簡素化以外にも、補助容量電極による電磁的シールド効果が挙げられる。たとえば図1では、ゲートライン4により光透過領域20の液晶分子の配向に与えられる電気的な影響が補助容量電極14によって遮られる。また、隣接する画素のゲートライン（図示せず）により与えられる電気的な影響が、補助容量電極12によって遮られる。このような電磁的シールド効果によって、画像の安定性が向上する。

【0005】ところが、このような一体型の補助容量電極を導入した場合、後に詳しく説明するように、電界印加したときに光透過領域の端部においては電界方向がスイッチング電極に対して必ずしも直交しないため、本来予定している液晶分子の回転とは逆回転（リバースツイスト）する分子が生じてしまうことをどうしても避けることができなかった。正回転してもリバースツイストしても、完全に分子が配向するのであれば当初より予定していた液晶配向が得られることにはなる。しかし、正回転する領域とリバースツイストする領域との境界部分では液晶分子の配向に時間がかかるため、応答速度が遅くなり、また画像としても残像が映るかのような不具合が生じる。このようなリバースツイストの多くは光透過領域の端部で生じるので、たとえばブラックマトリクスを設けて残像が画像中に生じないようにすることも可能ではあるが、その分開口率が低下してしまう。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、リバースツイ

ストの発生を低減して応答速度を改善し、開口率を向上させることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、一対の基板と、少なくとも1以上の第1スイッチング電極、前記第1スイッチング電極に対して平行に配置された少なくとも1以上の第2スイッチング電極、および補助容量が前記の一対の基板のうちの一方の基板上に各画素に対応して設けられた画素電極と、前記第1スイッチング電極および前記第2スイッチング電極によって画定された少なくとも1以上の光透過領域と、一対の基板の間に挟持された、基板の面内方向に配向する液晶分子からなる液晶層と、からなる液晶表示装置であって、前記補助容量が、前記第1スイッチング電極に対して非平行に接合された第1補助容量電極、前記第1補助容量電極の上に設けられた絶縁層、前記絶縁層の上に前記第2スイッチング電極に対して非平行に接合された第2補助容量電極からなり、前記第1補助容量電極と前記第2補助容量電極が、前記光透過領域に隣接する領域において、異なる大きさを有する液晶表示装置に関する。

【0008】また、本発明は、前記第1補助容量電極が、前記第1スイッチング電極に対して略垂直に接合されていることを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0009】さらに、本発明は、前記液晶分子は、前記第1スイッチング電極と前記第2スイッチング電極との間で発生する電界により所定の面内回転方向に回転し、かつ、前記第1スイッチング電極と前記第2補助容量電極との間で発生する電界により前記面内回転方向とは逆方向に回転し、前記第2補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記第1補助容量電極の形状よりも小さいことを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0010】さらに、本発明は、さらに追加補助容量が設けられていることを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0011】さらに、本発明は、前記追加補助容量が、前記第1スイッチング電極に対して略垂直に接合されている第1追加補助容量電極、前記第2スイッチング電極に対して略垂直に接合されている第2追加補助容量電極、および絶縁層からなり、前記第2追加補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記第1追加補助容量電極の形状よりも大きいことを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0012】さらに、本発明は、前記第1スイッチング電極がN個（ただし、Nは2以上の整数）で前記第2スイッチング電極が（N-1）個、または、前記第1スイッチング電極が（N-1）個で前記第2スイッチング電極がN個あり、前記第1スイッチング電極と前記第2スイッチング電極は交互に配置され、前記光透過領域が（2N-2）個あることを特徴とする液晶表示装置に関する。

する。

【0013】さらに、本発明は、相接する2つの光透過領域の前記第2補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記の相接する2つの光透過領域の境界を画する前記第1スイッチング電極または前記第2スイッチング電極を中心軸として非線対称であることを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0014】さらに、本発明は、相接する2つの光透過領域の前記第2補助容量電極における前記光透過領域に隣接する領域の形状が、前記の相接する2つの光透過領域の境界を画する前記第1スイッチング電極または前記第2スイッチング電極の中心点に関して点対称であることを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0015】さらに、本発明は、前記第2補助容量電極が、前記第2補助容量電極に隣接する前記光透過領域の辺の長さの0%以上50%以下の範囲で前記光透過領域の辺に接していることを特徴とする液晶表示装置に関する。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の内容を具体的に説明する。

【0017】従来の電極構造においてリバースツイストが生じる理由を詳述する。まず、従来の電極構造においては横方向に均一に電界が分布しない領域が生じることを説明する。図1は、ゲートライン4とデータライン6に接続するTFT2により1画素毎に液晶の配向を制御するIPSモードの電極構造を示している。図2は、図1の電極構造の立体的な上下関係を示したものである。図1において、第2スイッチング電極8と第1スイッチング電極10の間で横方向の電界を印加することにより、光透過領域20において液晶分子の配向を回転させて画像表示をコントロールすることができる。第2スイッチング電極8は、第2補助容量電極12および第2補助容量電極14と一体化されており、第2補助容量電極14はドレイン電極も兼ねている。また、第1スイッチング電極10は第1補助容量電極16および第1補助容量電極18と一体化されており、第1補助容量電極16はデータライン6と接続している。第2補助容量電極12と第1補助容量電極16の間、および第2補助容量電極14と第1補助容量電極18との間には絶縁層15、17(図1)が挿入されており、それぞれ補助容量として機能している。

【0018】図3、図4は、1画素に光透過領域が2領域画定されている電極構造を示している。図3では、第2スイッチング電極24と第1スイッチング電極26との間および第2スイッチング電極22と第1スイッチング電極26との間で横方向の電界を印加することにより、光透過領域36および光透過領域38において液晶分子の配向を回転させて画像表示をコントロールすることができる。第2補助容量電極28と第1補助容量電極

32の間、および第2補助容量電極30と第1補助容量電極34の間には絶縁層(図示せず)が挿入されており、それぞれ補助容量として機能している。図4でも同様に機能する電極構造を示している。図2のように1の光透過領域が画定されている場合であっても、図3および図4のように2の光透過領域が画定されている場合であっても、さらに、それ以上の光透過領域が画定されている場合であっても、同様の議論が成立するので、以下、主として2の光透過領域が画定されている場合を例にとって説明する。

【0019】補助容量電極は、本来、対向する補助容量電極同士で作用することにより補助容量として機能する。しかし、前述のように省スペースや電氣的遮蔽等の理由から、スイッチング電極に対して直交する位置関係で補助容量電極を設けることも必要となり、補助容量電極はスイッチング電極との間でも相互作用を生じてしまう。そのために、光透過領域において、横方向の電界だけでなく斜め方向の電界が生じてしまうこととなる。図5および図6は、図3および図4の電極構造における電界の方向を矢印によって示している。いずれの場合においても補助容量電極の付近においては電界方向が斜めに傾く現象が見られる。

【0020】図7は、図5の領域50における拡大図であり、領域50における横方向以外の電界の向きについてさらに詳細に説明する。領域50に生じる横方向以外の電界としては、上側の第2スイッチング電極52から下側の第1補助容量電極55に向かう電界56と、上側の第2補助容量電極53から下側の第1スイッチング電極54に向かう電界57とが存在する。第2スイッチング電極52と第2補助容量電極53は一体であり同一極性であるので、電界56は補助容量電極53に対しては反発する。したがって、電界56と電界57の立体関係としては、電界56が電界57の下側に潜り込む様になる。液晶分子は、これらの電極の上方に存在するので、電界56の影響はほとんど受けず電界57の影響を強く受けて配向することとなる。図5の領域50における電界の向きは、液晶分子が実際に影響を受けて配向する電界、すなわち、図7における電界57の向きを示している。以上より、斜め方向の電界が生じることが理解される。

【0021】次に、このような斜め方向の電界により、リバースツイストが生じることを説明する。液晶分子には、電界方向に沿った方向に配向しようとする特性を有するP型液晶分子と、電界方向に垂直な方向に配向しようとする特性を有するN型液晶分子とがある。以下、P型液晶分子を用いる場合とN型液晶分子を用いる場合とを分けて説明する。

【0022】図8は、P型液晶分子を用いたときの無電界時の液晶分子の配向方向と、通常の横方向の電界の向きの関係を示している。電界は電界方向61の方向に向

いており、無電界時における液晶分子は配向方向60に配向している。電界方向61と液晶の配向方向60の間のなす角は θ_1 であり、 $0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ である。電界が印加されると図8においては時計回りに液晶分子が回転する。一般的には、 θ_1 が $70^\circ \sim 75^\circ$ 前後で、電界印加時には液晶分子が回転して理想的には $\theta = 0^\circ$ となるように配向するような構成をとることが多いが、必ずしもこれらの角度となることには限定されない。無電界時に $0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ であり、電界印加により回転して θ が所定の必要な角度だけ小さくなれば、液晶層として必要なオン・オフをおこなうことは可能である。

【0023】これに対して、斜め方向の電界が生じる領域においては回転方向が逆となる場合がある。たとえば、斜め方向の電界が生じている図5の領域50における液晶分子の配向を考える。図9は、斜めの電界方向72と無電界時の液晶の配向方向74の関係を示している。電界方向72は、本来の横方向の電界方向70とはずれている。 $\theta_1 + \phi > 90^\circ$ となる場合、無電界時には配向方向74に配向していた液晶分子は、反時計回りに回転する。これは、横方向の電界により回転する方向とは逆であり、リバースツイストが生じる。図5の領域51、および図6の領域58と領域59においても同じ傾きの斜めの電界が生じており、同様にリバースツイストが生じることが理解される。

【0024】図10は、N型液晶分子を用いたときの無電界時の液晶分子の配向方向と通常横方向の電界の向きの関係を示している。電界方向82に対し、無電界時における液晶分子は配向方向80に配向している。電界方向82と液晶の配向方向80の間のなす角は θ_2 であり、 $90^\circ < \theta_2 < 180^\circ$ である。電界が印加されると時計回りに液晶分子が回転する。一般的には、 θ_2 が $160^\circ \sim 165^\circ$ 前後で、電界印加時には液晶分子が回転して理想的には $\theta = 90^\circ$ となるように配向するような構成をとることが多いが、必ずしもこれらの角度となることには限定されず、無電界時に $90^\circ < \theta_2 < 180^\circ$ であり、電界印加により回転して θ が小さくなれば足りる。

【0025】これに対して、斜め方向の電界が生じる領域においてはN型液晶分子の場合でも回転方向が逆となる場合がある。たとえば、図5の領域50に示す斜め方向の電界による液晶分子の配向を考える。図11は、斜めの電界方向92と無電界時の液晶の配向方向94の関係を示している。電界方向92は、本来の横方向の電界方向90とはずれている。 $\theta_2 + \phi > 180^\circ$ となる場合、無電界時には配向方向94に配向していた液晶分子は、反時計回りに回転する。これは、横方向の電界により回転する方向とは逆であり、リバースツイストが生じる。図5の領域51、および図6の領域58と領域59においても同じ傾きを有する斜めの電界が生じており、同様にリバースツイストが生じることが理解され

る。結局、以上に示したような無電界時の配向方向をとる場合には、P型であってもN型であっても類似の場所にリバースツイストが生じることとなる。

【0026】無電界時の液晶の配向方向が異なると、リバースツイストの生じる領域も異なる。図12、図13は、液晶が上述の例とは異なる配向方向を有する具体例を示しており、図12はP型液晶分子の配向方向、図13はN型液晶分子の配向方向を示している。これまでと同様の議論を行えば、図14においては領域95および領域96、図15においては領域97と領域98、すなわち、 $\theta_1 + \phi < 90^\circ$ 、 $\theta_2 + \phi < 0^\circ$ となる領域においてリバースツイストが生じることが理解されよう。

【0027】以上のようなリバースツイストを低減すべく、本発明者は鋭意検討を行い、リバースツイストの生じる原因となる補助容量電極の形状を工夫することで本発明を完成した。

【0028】スイッチング電極に対して補助容量電極が直交している場合、スイッチング電極間で生ずる横方向の電界以外に、補助容量電極近辺には2方向の電界が存在する。2方向の電界とは、図7における、第2スイッチング電極52と第1補助容量電極55の間で発生する電界56と、第1スイッチング電極54と第2補助容量電極53の間で発生する電界57とである。無電界時の液晶の配向方向によっては、このような構成の電極の場合に、電界57がリバースツイストを生じさせることがあることは、以上に説明した通りである。本発明者は、リバースツイストを生じる場合に、前述の2方向の電界のうちのリバースツイストを生じる方向の電界が液晶の配向に与える影響を弱め、もう一方の方向の電界が液晶に与える影響を強めてやることで、リバースツイストを大きく低減することができる点に着目した。たとえば、リバースツイストを生じることについて影響の大きい電極（図7の例では、第2補助容量電極53）の形状を、対向する電極（図7では第1補助容量電極55）の形状よりも小さくすることで、この領域における液晶を低減することができる。

【0029】図16は、従来技術である図7の構造を改良した本発明の電極構造を示したものである。図16においても、電界105がリバースツイストを生じるように液晶分子が配向されている。第2補助容量電極101の電極の形状が対向する第1補助容量電極103の形状より小さいことで、電界105の影響が小さくなり電界104の影響が大きくなるので、液晶分子は電界104に対する影響を受けやすい。図16に示すように、第2補助容量電極101の光透過領域106に面している側が切り落とされていること、すなわち、第2補助容量電極101における光透過領域106の側の端辺が、対向する補助容量電極103における光透過領域106の側の端辺よりも内側（光透過領域106から離れていく側）に位置する関係が成り立つことが、特に好ましい。

第2スイッチング電極100から第1補助容量電極103に向かう電界104は、第2補助容量電極101の反発を受けにくくなるので、基板表面に沿って電界が潜り込む程度が減少する。逆に、第2補助容量電極101から第1スイッチング電極102に向かう電界105は、第1補助容量電極103によって引き寄せられるので、基板側に潜り込む程度が増加する。したがって、電界105が電界104の下に潜り込む傾向が強くなるので、電界104が液晶分子の配向に与える影響が増加し、その結果、リバースツイストが減少する。

【0030】図16のように補助容量電極の一部を切り落としたような形状を採用するとその分補助容量が蓄積できる電荷が小さくなる。したがって、切り落とす量、形状、位置は、必要とされる補助容量の大きさと低減すべきリバースツイストの程度を勘案して定められなければならない。たとえば、電界104が基板表面に沿って潜り込む程度を減少させることによる効果が大きければ、第2補助容量電極101において第2スイッチング電極100に近い側のみを切り落としてもよく（図17）、一方、電界105が基板表面に沿って潜り込む程度を増加させることによる効果が大きければ、第2補助容量電極101において第1スイッチング電極102に近い側のみを切り落としてもよい（図示せず）。

【0031】図18、図19、図20、図21は、それぞれ図5、図6、図14、図15を改良した本発明の電極構造を示している。図18、図20は、リバースツイストを生じる補助容量電極の一部を切り落とした形状を有している。図19、図21のように、リバースツイストを生じる補助容量電極（図19では右上、図21では左上と右下）を全て切り落としてもよい。

【0032】リバースツイストは、光透過領域の一方の補助容量電極側の領域において大きく生じるが、その光透過領域における反対側の領域においても若干生じることが多い。具体的には、図5の領域65、領域66においても若干のリバースツイストが生じることがある。これらの領域では、透過率が大きく低下する現象が観察される。大きくリバースツイストの生じる前者の領域においては、スイッチング電極と補助容量電極との間で生ずる電界がリバースツイストを発生させている。若干のリバースツイストの生じうる後者の領域では、明確にリバースツイストを発生させる原因を正確に説明できるに至っていない。スイッチング電極と補助容量電極との間で生ずる電界や補助容量電極同士の間で生ずる電界の影響で、厚み方向において電界がある程度の不規則性をもって分布しており、ある方向の電界成分がリバースツイストを生じさせているものと考えられる。実験的には、後者の領域では前者の領域とは逆に、上側（液晶層側）の補助容量電極の方が下側（基板側）の補助容量電極よりも大きいほうがリバースツイストの発生が少ないという結果が得られている。具体的には、図19の左上と右

下、図21の右上と左下のよう、上側の補助容量電極の方が、下側の補助容量電極よりも光透過領域側に突出した形状となっているときにリバースツイストの発生が少ない。

【0033】図18から図21の電極を観察すると、以下のような共通点を見出すこともできる。図18では、第1スイッチング電極113が中央にあり、第2スイッチング電極114、116が左右にあり、第1スイッチング電極113に接続する第1補助容量電極126、128、第2スイッチング電極114、116に接続する第2補助容量電極118、120、122、124が設けられている。真ん中の第1スイッチング電極113を軸として考えると、その左右に配置されている補助容量電極、たとえば第2補助容量電極118と第2補助容量電極120は、その大きさ、形状が非対称である。また、第1補助容量電極126と第1補助容量電極128との中心に軸130を仮想すると、その上下に配置されている補助容量電極、たとえば第2補助容量電極118と第2補助容量電極122は、非対称である。これに対して、対角関係にある電極、たとえば第2補助容量電極118と128、または120と122は同一であっても異なってもよい。図18、図20、図21のように、対角関係にある補助容量電極がそれぞれ同じ形状であるとする、全体的には点対称な電極配置となる。複数の光透過領域の特性を同等にするためには、点対称な電極配置が有利であることも多い。図19は、点対称ではない例を示している。

【0034】これまでのところでは、補助容量電極の形状として、上側の補助容量電極の構造の内側（光透過領域に隣接する側）の形状のみを議論してきた。しかし、上下の補助容量電極の相対的な大小が同様であれば、上側の補助容量電極の大きさは変えずに下側の補助容量電極のみを変えてやってもよく、また、上下とも大きさを变化させてもよいことはいうまでもない。また、電極の外側（光透過領域の反対側、すなわち、隣接する画素側）の形状はすべて同一となる、すなわち上下の電極の外側の縁が同一になるように説明してきたが、外側形状を変えることで電界の方向や大きさを变化させることができる場合には、上下の電極の外側形状が異なるように電極を設けてもよいことはいうまでもない。

【0035】また、補助容量電極としては、スイッチング電極に対して垂直に2組の補助容量電極が設けられている場合について議論してきた。しかし、たとえ補助容量電極が厳密に垂直でなくともスイッチング電極に対して平行ではない位置関係にある場合には斜め方向の電界を生じうることは理解されよう。したがって、スイッチング電極と補助容量電極が斜めに配置されている場合であっても、本発明の手法を用いて斜め方向の電界の影響を最小限に抑え、リバースツイストの影響を低減させることが可能であることはいうまでもない。また、ゲー

トラインからのシールドや必要とされる補助容量の大きさを考慮して、2組の補助容量電極を用いた例について説明してきたが、1組の補助容量電極を用いた構成や3組以上の補助容量電極を用いた構成においてその補助容量電極がリバースツイストを発生させるのであれば、本発明の手法を用いてリバースツイストの低減を達成することができることもいうまでもない。

【0036】図22は、本発明の別の具体例を示している。補助容量電極は、縦方向が短くなるように切り落としていてもよく（第2補助容量電極130）、横方向に切り落としていてもよく（第2補助容量電極134、136）、縦横に切り落としていてもよい（第2補助容量電極132）。図22は、さらに効果的に電界方向をコントロールするために、下側電極を切り落とした例を示している（右下、左下）。

【0037】電極形状を変えることにより上下の電極の重なりを変えて、表示エリアに対するリバースツイストの占める割合（Reverse Twist Rate）をシミュレーションツール（LCD Master 3D）により求めた。図23は、上側電極と下側電極の重なり量を変えるシミュレーションのための電極図である。電極Aと電極Bの間にはショートしないように絶縁体を挟んでいる。図24は、切り落とし量とリバースツイスト割合との関係を示している。電極A、Bが重ならない部分が多いほどリバースツイストが生じにくくなっていることがわかる。電極に何も施していないときに生ずるリバースツイストに比べて半分以下にするためには、少なくとも重ならない部分は $1.5\mu\text{m}$ は必要であることがわかる。

【0038】図25は、中央のスイッチング電極の幅を変えるシミュレーションのための電極図である。図26に示すように、スイッチング電極の幅を変えてもリバースツイストの発生する割合は変わらなかった。

【0039】図27は、縦方向に電極を短くした幅を $5\mu\text{m}$ に固定し、横方向の電極の長さを変えるシミュレーションのための電極図である。横方向に電極を短くする幅を $0\sim 15\mu\text{m}$ と変化させてリバースツイストの割合を求めた。図28に示すように、リバースツイストの割合が半分以下となるためには少なくとも水平方向の電極の長さを $10\mu\text{m}$ 以上、すなわち電極間隔の $2/3$ 以上の長さが必要であることがわかる。

【0040】図29は、従来技術である図5の電極配置の場合の光透過を示している。左側領域の上の部分と右側領域の下の部分においてリバースツイストが生じていることがわかる。図30は、本発明である図20の電極配置の場合の光透過を示している。リバースツイストがほぼ消滅し、また、左側領域の下の部分と右側領域の上の部分において透過率が向上していることがわかる。

【0041】

【発明の効果】本発明は、IPSモードにおいてリバー

スツイストを生じる補助容量電極の構造を規定するものであり、リバースツイストの発生を低減することが可能となり、したがって応答速度の改善、開口率の向上を図ることができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術の電極構造を示す平面図である。

【図2】従来技術の電極構造の立体配置を示す斜視図である。

【図3】従来技術の電極構造を示す平面図である。

【図4】従来技術の電極構造を示す平面図である。

【図5】従来技術の電極構造における電界方向を示す図である。

【図6】従来技術の電極構造における電界方向を示す図である。

【図7】従来技術の電極構造を示す拡大図である。

【図8】液晶分子の配向方向を示す図である。

【図9】液晶分子の配向方向を示す図である。

【図10】液晶分子の配向方向を示す図である。

【図11】液晶分子の配向方向を示す図である。

【図12】液晶分子の配向方向を示す図である。

【図13】液晶分子の配向方向を示す図である。

【図14】従来技術の電極構造における電界方向を示す図である。

【図15】従来技術の電極構造における電界方向を示す図である。

【図16】本発明の電極構造を示す拡大図である。

【図17】本発明の電極構造を示す拡大図である。

【図18】本発明の電極構造を示す平面図である。

【図19】本発明の電極構造を示す平面図である。

【図20】本発明の電極構造を示す平面図である。

【図21】本発明の電極構造を示す平面図である。

【図22】本発明の電極構造を示す平面図である。

【図23】シミュレーションをおこなった電極構造を示す図である。

【図24】シミュレーション結果をしめすグラフである。

【図25】シミュレーションをおこなった電極構造を示す図である。

【図26】シミュレーション結果をしめすグラフである。

【図27】シミュレーションをおこなった電極構造を示す図である。

【図28】シミュレーション結果をしめすグラフである。

【図29】従来技術の電極構造における光透過を示す図である。

【図30】本発明の電極構造における光透過を示す図である。

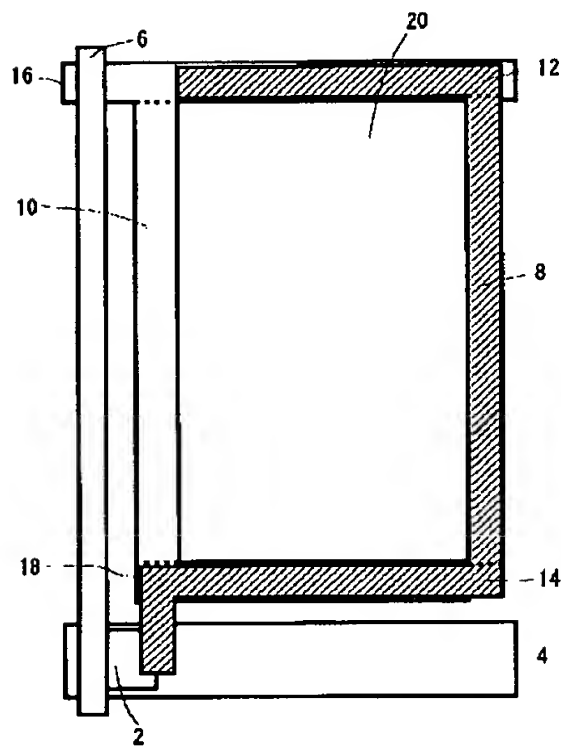
【符号の説明】

2 TFT

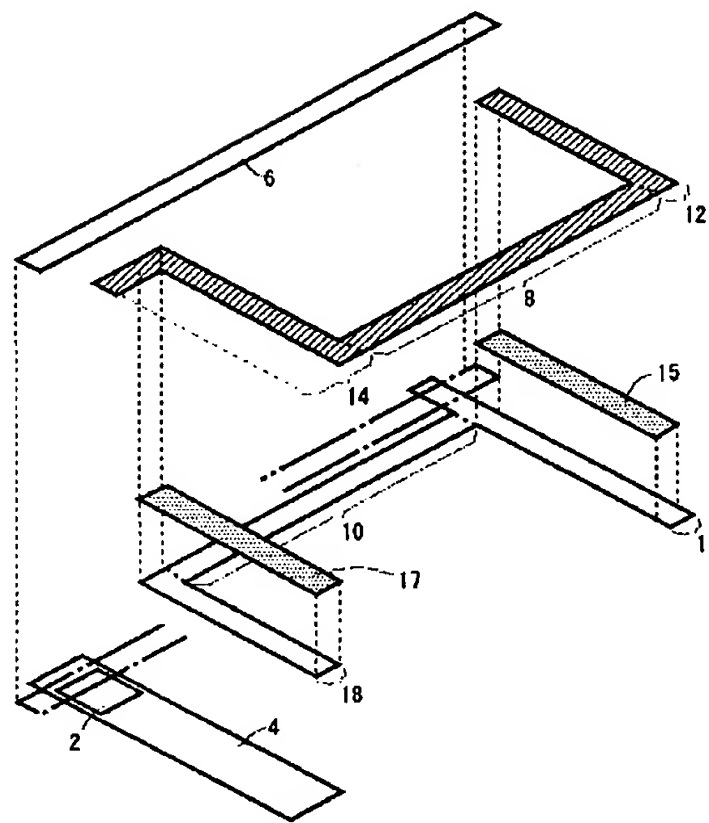
4 ゲートライン
 6 データライン
 10、26、43、44、54、102、113
 第1スイッチング電極
 8、22、24、40、52、100、114、116
 第2スイッチング電極
 16、18、32、34、45、46、55、103、
 126、128 第1補助容量電極
 12、14、28、30、41、42、53、54、1
 01、118、120、122、124、130、13
 2、134、136 第2補助容量電極

15、17 絶縁層
 20、106、110、112 光透過領域
 36、38、106 光透過領域
 50、64、65、66、67、95、96、97、9
 8 領域
 56、57、104、105 電界
 60、74、80、94 配向方向
 61、70、72、74、82、90、92、104、
 105 電界方向
 130 軸

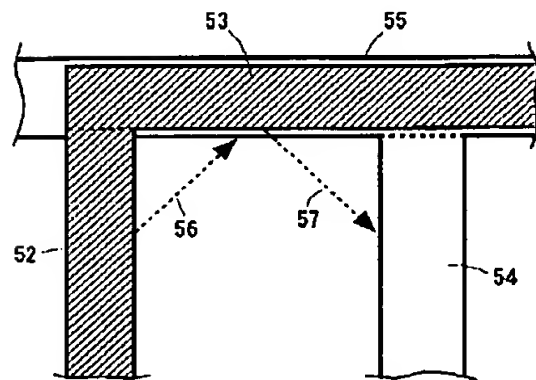
【図1】



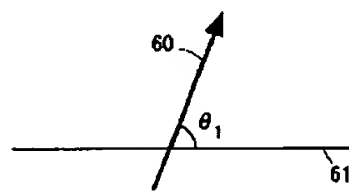
【図2】



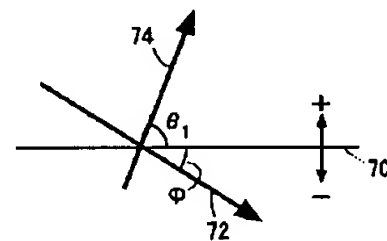
【図7】



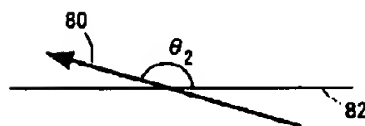
【図8】



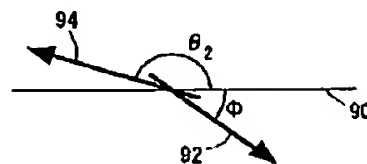
【図9】



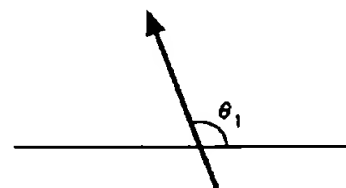
【図10】



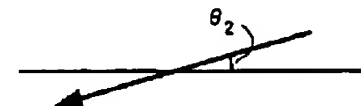
【図11】



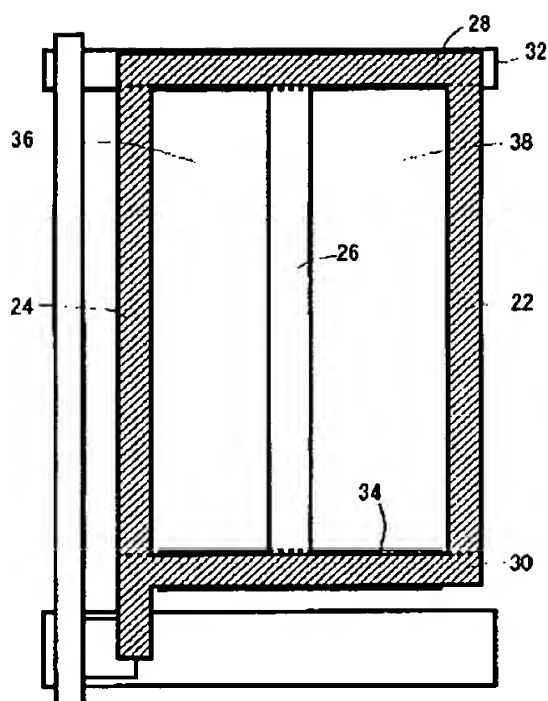
【図12】



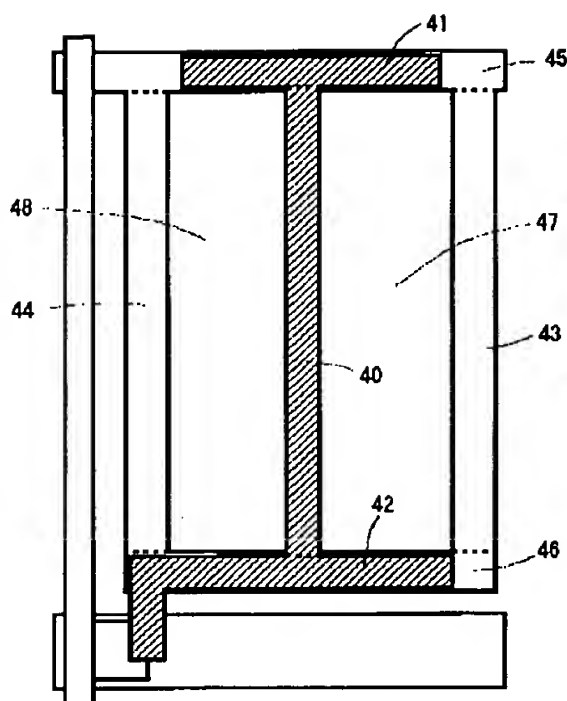
【図13】



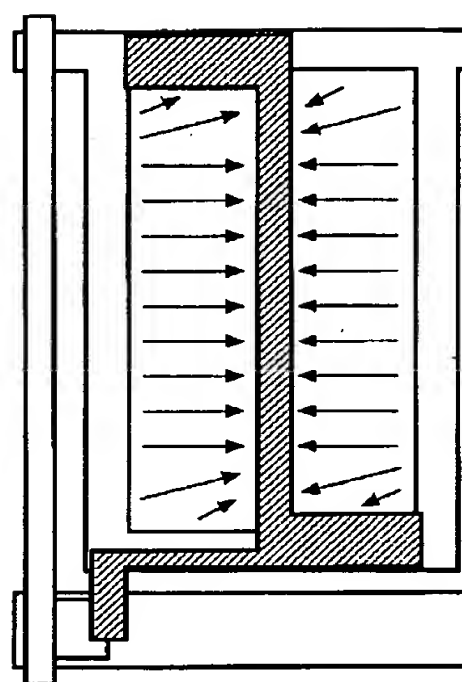
【図3】



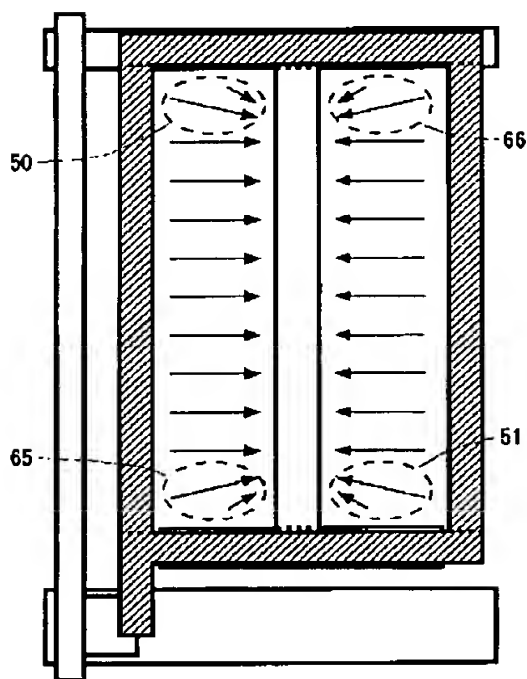
【図4】



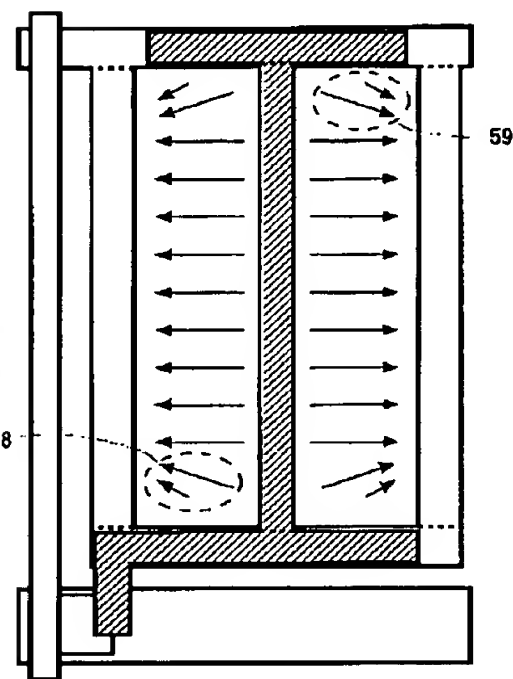
【図19】



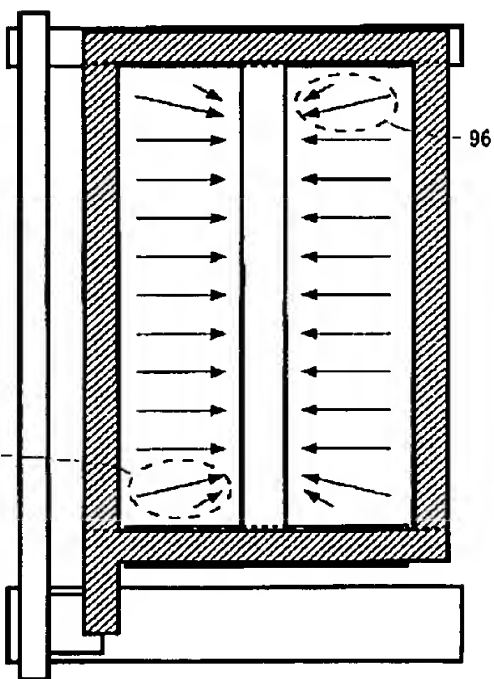
【図5】



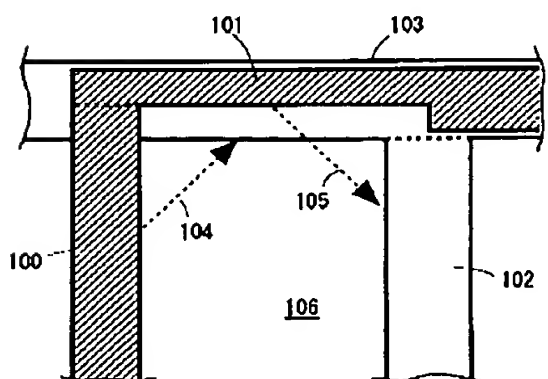
【図6】



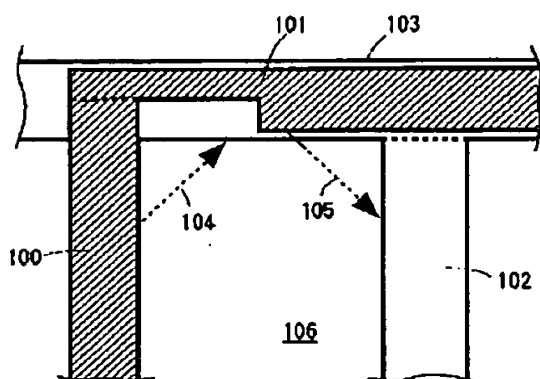
【図14】



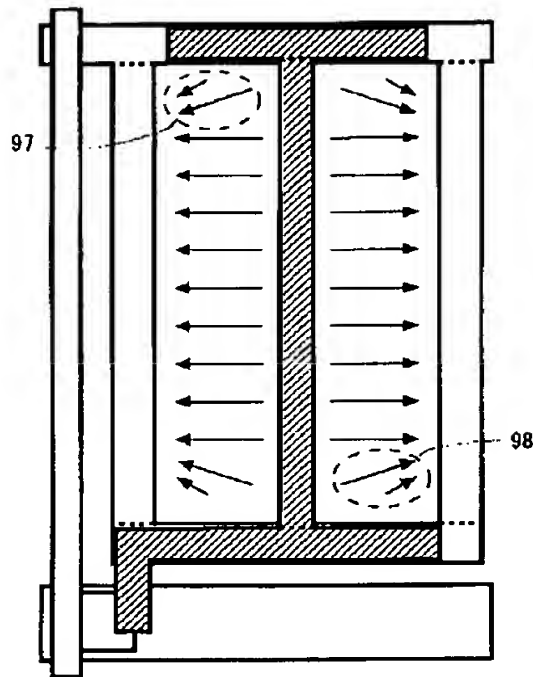
【図16】



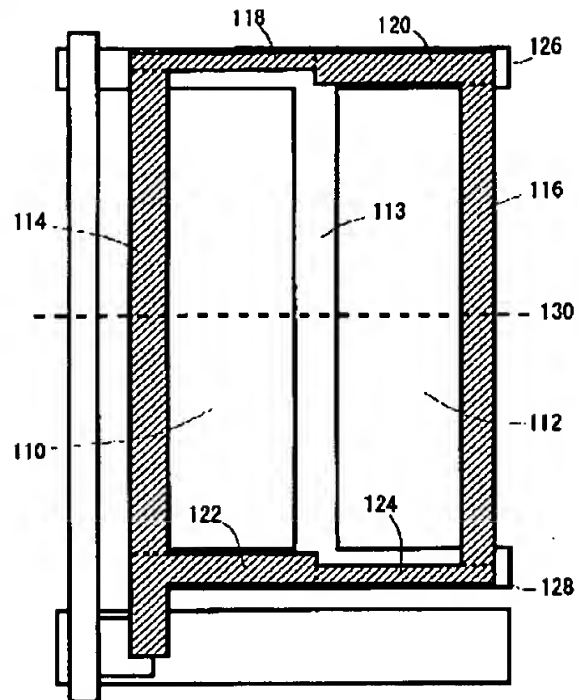
【図17】



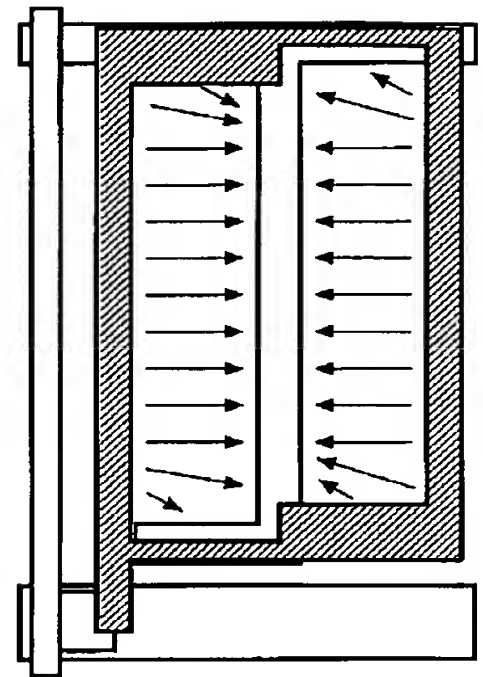
【図15】



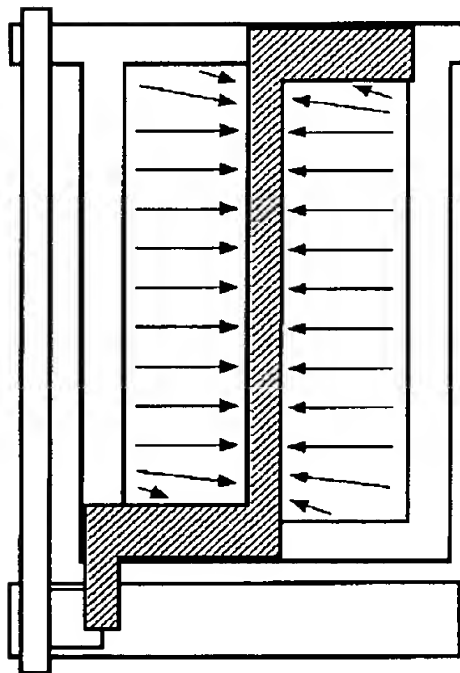
【図18】



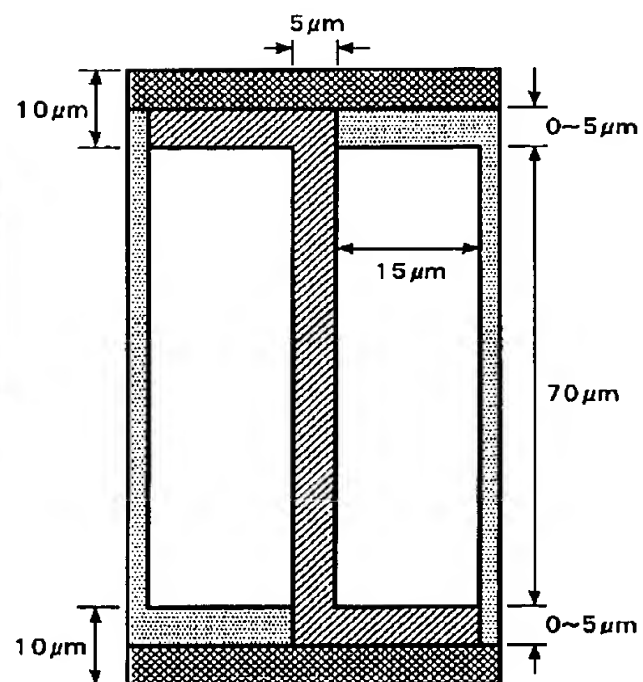
【図20】



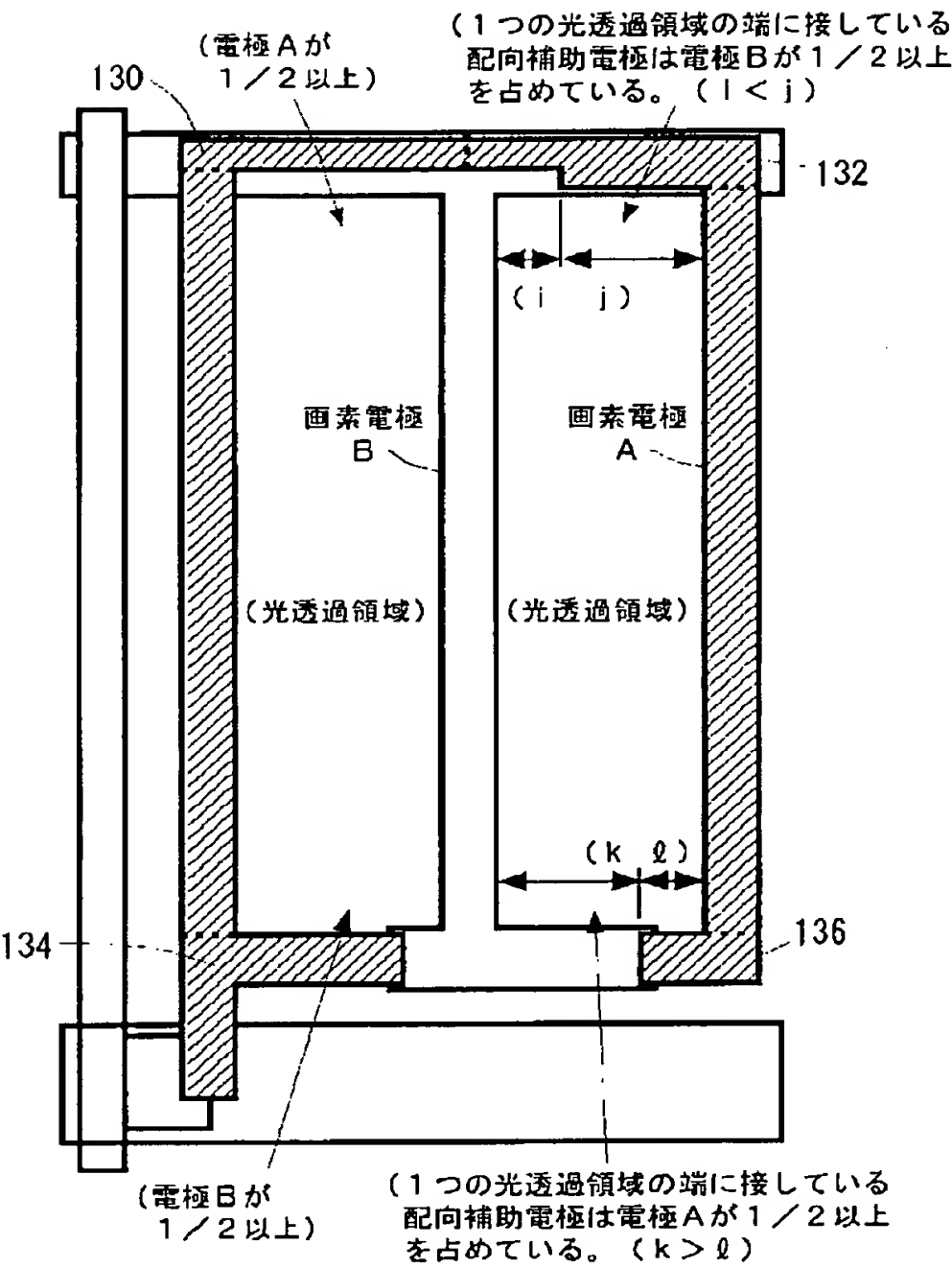
【図21】



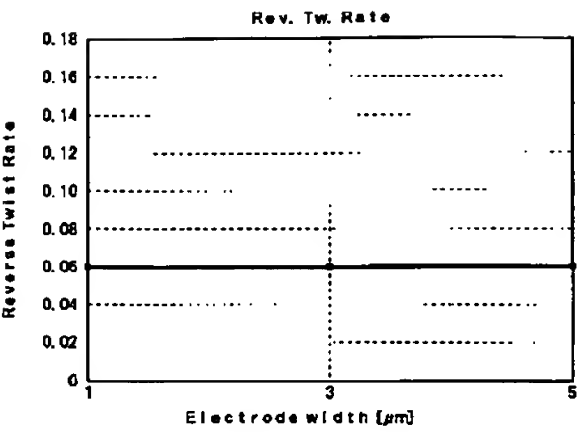
【図23】



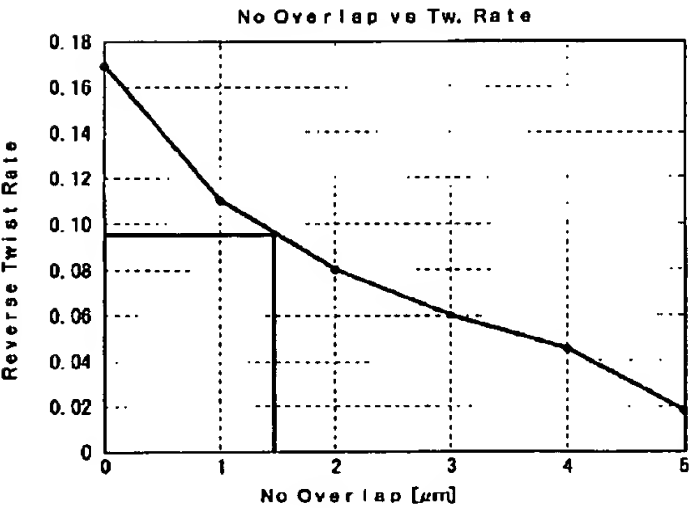
【図22】



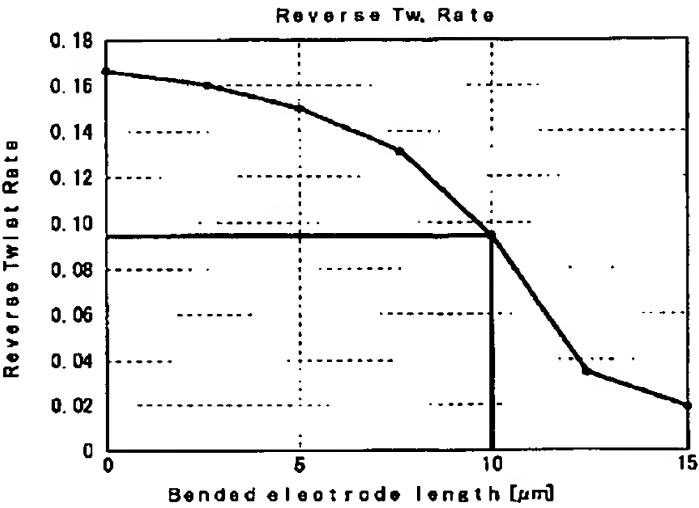
【図26】



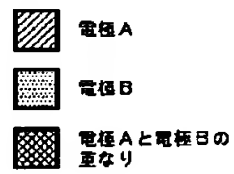
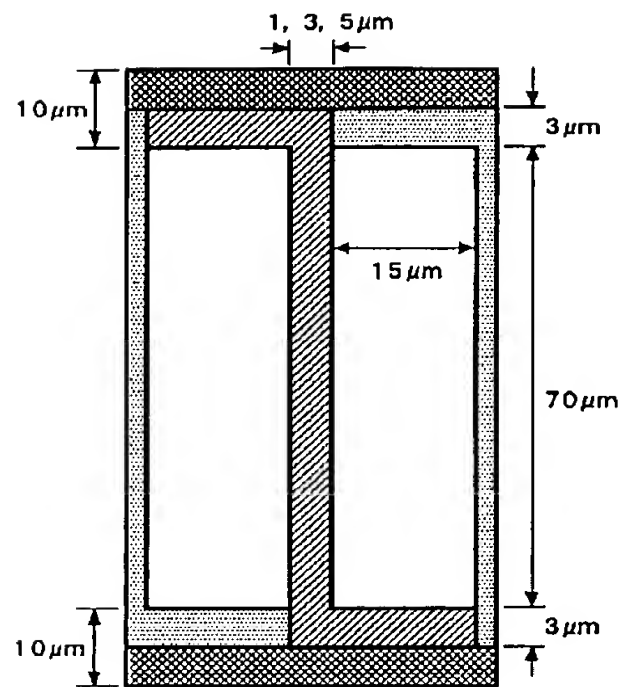
【図24】



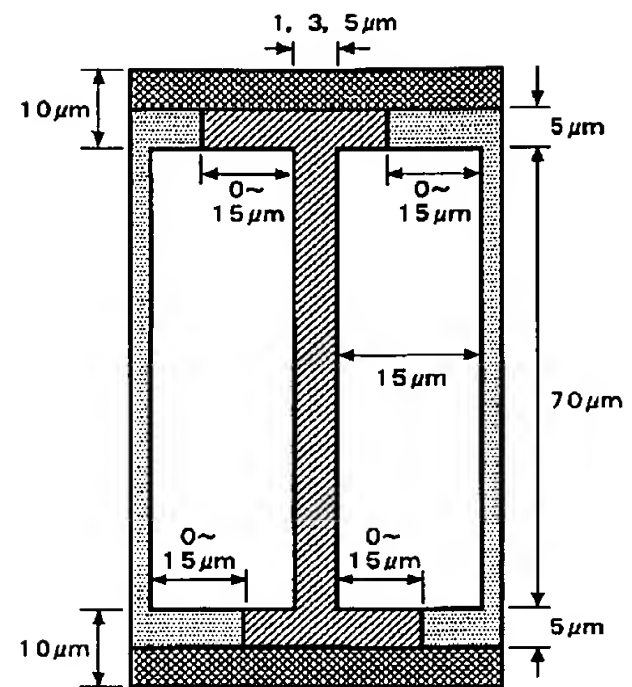
【図28】



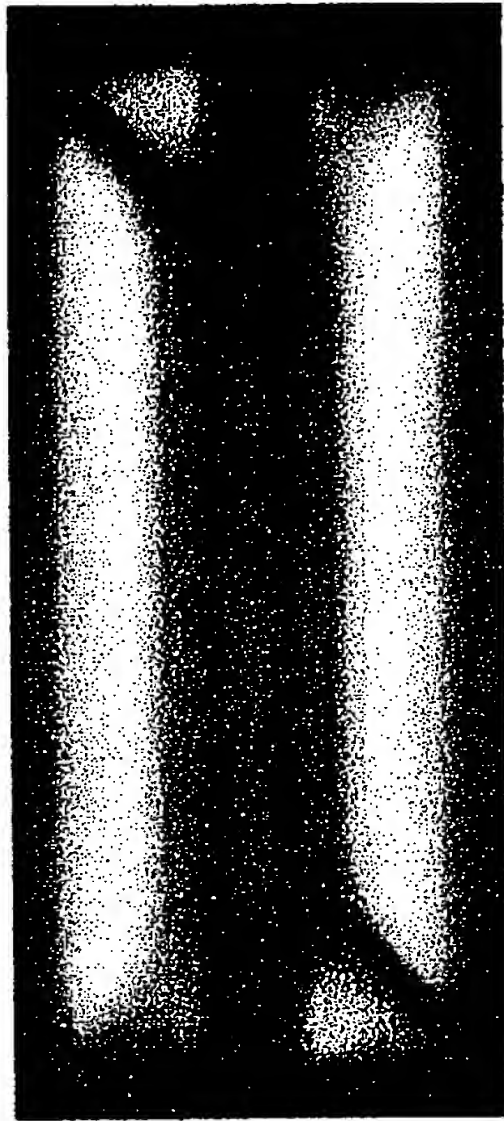
【図25】



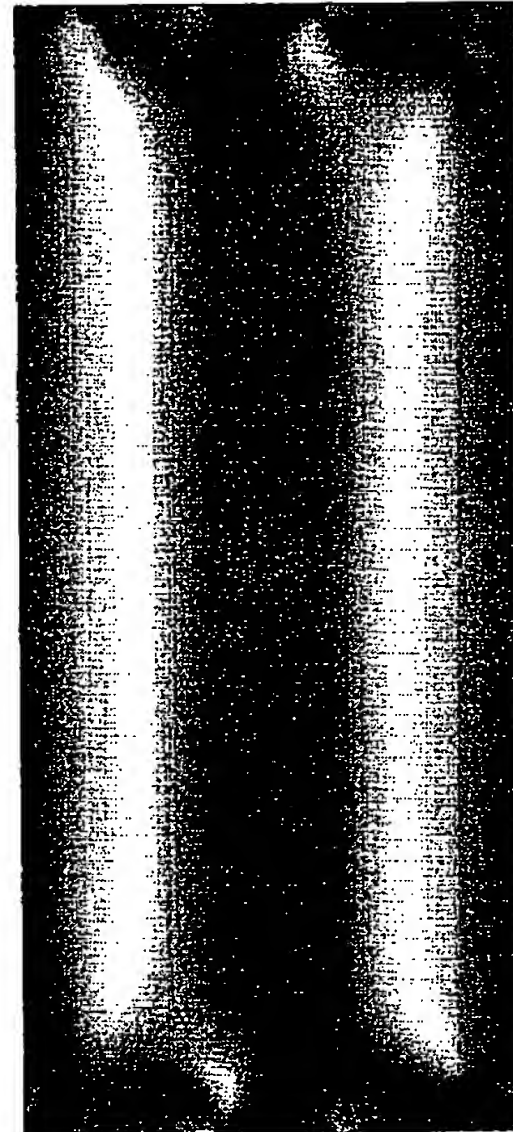
【図27】



【図29】



【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 草深 薫
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

(72)発明者 木村 伸一
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
Fターム(参考) 2H092 JA26 JA29 JA38 JA42 JB02
JB11 JB13 JB23 JB32 JB38
JB52 JB57 JB63 JB69 NA05
NA07 PA06 PA08 QA06 QA18